

FLUID PRESSURE SERVO MECHANISM AND POSITIONING METHOD THEREFO

Patent number: JP11249746

Publication date: 1999-09-17

Inventor: MORI YUICHI

Applicant: SHARP KK

Classification:

- international: **F15B9/09; G05D3/12; F15B9/00; G05D3/12; (IPC1-7):**
G05D3/12; F15B9/09

- european:

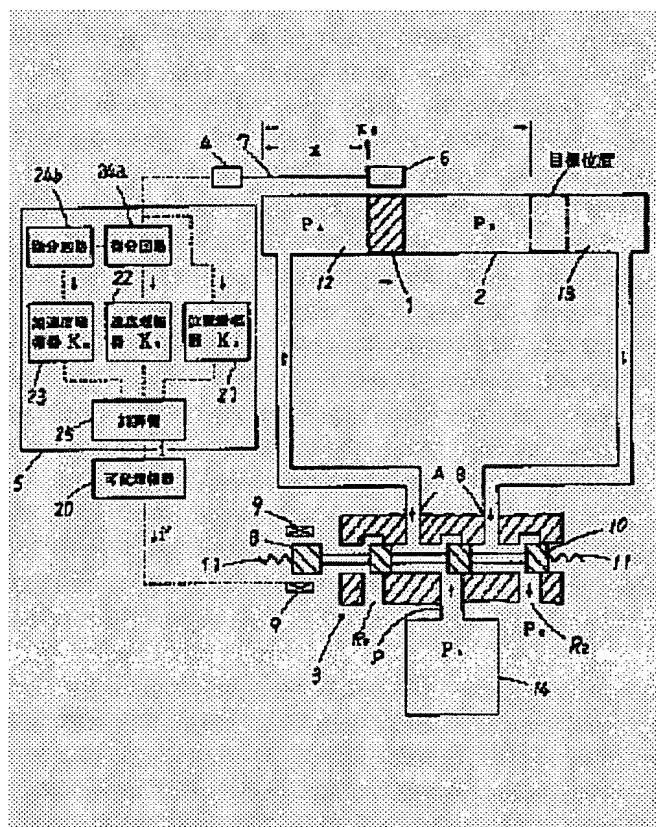
Application number: JP19980046466 19980227

Priority number(s): JP19980046466 19980227

Report a data error here

Abstract of JP11249746

PROBLEM TO BE SOLVED: To perform stable servo control by fixing a servo gain corresponding to the position of the piston of a cylinder. **SOLUTION:** A variable amplifier 20 for regulating the servo gain is provided between a control circuit 5 and a solenoid valve 3. The gain of the amplifier 20 is continuously decreased with the approach of a piston 1 from the center of a cylinder 2 to the terminal, and the gain is found corresponding to a target position x_0 to stop the piston 1. The position servo gain, speed servo gain and acceleration servo gain at the time of locating the piston 1 at the center of the cylinder 2 are predetermined and based on the respective servo gains, a position signal, speed signal and acceleration signal at a current position (x) of the piston 1 are found and added. Then, a control signal is prepared by multiplying the gain of the amplifier 20 by this added signal, this control signal is outputted to the solenoid valve 3, and the piston 1 is stopped at the target position x_0 .



Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-249746

(43) 公開日 平成11年(1999) 9月17日

(51) Int.Cl.⁶

G 0 5 D 3/12

F 1 5 B 9/09

識別記号

3 0 5

F I

G 0 5 D 3/12

F 1 5 B 9/09

3 0 5 Z

D

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号

特願平10-46466

(22) 出願日

平成10年(1998) 2月27日

(71) 出願人 000005049

シャープ株式会社

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号

(72) 発明者 森 裕一

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ

ャープ株式会社内

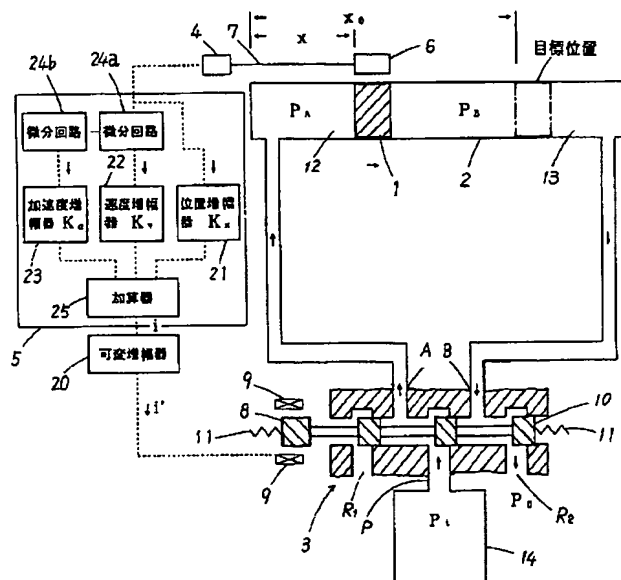
(74) 代理人 弁理士 大島 泰甫 (外 2 名)

(54) 【発明の名称】 流体圧サーボ機構およびその位置決め方法

(57) 【要約】

【課題】 シリンダのピストンの位置に応じて、サーボ利得を一定になるようにして、安定したサーボ制御を行う。

【解決手段】 サーボ利得を調整するための可変増幅器 20 を制御回路 5 と電磁弁 3 との間に設ける。増幅器 20 の利得は、ピストン 1 がシリンダ 2 の中央から端に近づくほど連続的に減少するものとして、ピストン 1 を停止させる目標位置 x_0 に応じた利得を求める。あらかじめピストン 1 がシリンダ 2 の中央にあるときの位置サーボ利得、速度サーボ利得および加速度サーボ利得を決めておき、各サーボ利得に基づいてピストン 1 の現在位置 x における位置信号、速度信号および加速度信号を求めて各信号を加算し、この加算信号に増幅器 20 の利得を掛けることにより制御信号を作り出し、この制御信号を電磁弁 3 に出力して、ピストン 1 を目標位置 x_0 に停止させる。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 移動自在なピストンを収納する流体圧シリンダと、該シリンダに対する流体の供給および排出を切替える切換弁と、前記ピストンの位置を検出する位置センサと、前記ピストンを目標位置に停止させるために前記位置センサからの出力信号に基づいて前記切換弁を制御する制御回路とを備え、前記ピストンの位置によって変化するサーボ特性を一定にするために、前記ピストンが前記シリンダの中央にあるときのサーボ利得を前記ピストンが前記シリンダの端にあるときのサーボ利得より大きくすることを特徴とする流体圧サーボ機構。

【請求項 2】 移動自在なピストンを収納する流体圧シリンダと、該シリンダに対する流体の供給および排出を切替える切換弁と、前記ピストンの位置を検出する位置センサと、前記ピストンを目標位置に停止させるために前記位置センサからの出力信号に基づいて前記切換弁を制御する制御回路と、前記ピストンの位置によって変化するサーボ特性を一定にするために前記ピストンの位置に応じてサーボ利得を変化させる可変手段とを備え、該可変手段は、前記ピストンが前記シリンダの中央にあるときのサーボ利得に対して、前記ピストンが前記シリンダの端に近づくほどサーボ利得を連続的に減少させることを特徴とする流体圧サーボ機構。

【請求項 3】 サーボ利得を調整するための可変手段として増幅器が制御回路と切換弁との間に設けられ、前記増幅器の利得 G は、ピストンがシリンダの中央にあるときの利得を 1 とした場合に、

$$G = 4 x_0 / L \cdot (1 - x_0 / L)$$

x_0 : シリンダの端からピストンまでの距離

L : シリンダの有効長

とされ、前記増幅器は上記関係式に基づいて前記制御回路からの切換弁に対する制御信号を変化させることを特徴とする請求項 1 または 2 記載の流体圧サーボ機構。

【請求項 4】 移動自在なピストンを収納する流体圧シリンダと、該シリンダに対する流体の供給および排出を切替える切換弁と、前記ピストンの位置を検出する位置センサと、前記ピストンを目標位置に停止させるために前記位置センサからの出力信号に基づいて前記切換弁を制御する制御回路とを備えた流体圧サーボ機構において、

前記制御回路から出力される前記切換弁への制御信号を前記ピストンの位置に応じて増幅する増幅器を設け、該増幅器の利得は、前記ピストンが前記シリンダの中央から端に近づくほど連続的に減少する特性を有し、あらかじめ前記ピストンが前記シリンダの中央にあるときの位置サーボ利得、速度サーボ利得および加速度サーボ利得を決めておき、前記ピストンを停止させる目標位置に対する前記増幅器の利得を求め、前記各サーボ利得に基づいて前記ピストンの現在位置における位置信号、速度信号および加速度信号を求めて各信号を加算し、こ

の加算信号と前記増幅器の利得とを乗算することにより制御信号を作り出し、この制御信号を前記切換弁に出力して、該切換弁を駆動して前記ピストンを目標位置に停止させることを特徴とする流体圧サーボ機構の位置決め方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、空気圧等の流体圧を用いたサーボ機構に関し、例えば電化製品等の生産工程の産業用ロボット等の自動化設備に使用される。

【0002】

【従来の技術】 物体を搬送して目標位置に停止させるための自動制御システムとして、空気圧サーボ機構がある。空気圧サーボ機構は、電気信号や機械的操作量に従って空気圧シリンダの位置や速度または力等を制御するシステムである。

【0003】 この空気圧サーボ機構の特徴は、取扱が簡易であり、エネルギーの蓄積がタンク等で容易にできることにある。そのため、コンパクトな装置で大きな出力を制御でき、自動組立機械やロボットへの用途に適している。また、空気圧サーボ機構ではサーボ系の冷却が自動的に行われ、特別の冷却装置が要らないことも利点である。

【0004】 図 4 に従来の空気圧サーボ機構を示す。これは、摺動自在なピストン 1 を収納する空気圧シリンダ 2 と、このシリンダ 2 に対する圧縮空気供給および排出を切替える電磁弁 3 と、ピストン 1 の位置を検出する位置センサ 4 と、ピストン 1 を目標位置に停止させるために位置センサ 4 からの出力信号に基づいて電磁弁 3 を制御する制御回路 5 とから構成されている。

【0005】 ピストン 1 は、図示しないロッドに一体的に接続され、ロッドはシリンダ 2 の外部に突出してロボットハンド、移動テーブル等の負荷に連結されている。また、位置センサ 4 には、ピストン 1 の移動に伴って移動するスライダ 6 がワイヤ 7 により接続されている。

【0006】 空気圧シリンダ 2 の制御にはいくつかの方法があるが、ここでは代表的な流量制御による方式を示している。電磁弁 3 には磁石 8 とコイル 9 があって、コイル 9 に流れる電流の極性と大きさによりスプール 10 が左右に動くようになっており、空気の流れる方向および流量を制御する。なお、11 はスプール 10 を中立状態に復帰させるためのばねである。

【0007】 そして、電磁弁 3 は 5 つの空気の出入口を有しており、A ポートはシリンダ 2 の第 1 シリンダ室 12 に連通され、B ポートはシリンダ 2 の第 2 シリンダ室 13 に連通され、P ポートは供給タンク 14 に連通され、R1 ポートおよび R2 ポートは排気口とされ、大気中に開放されている。電磁弁 3 の開閉がコイル 9 に流れる電流に比例し、その開閉に応じて空気の流れる量が比例するので、一般には 5 ポート電空比例流量制御弁と呼

ぶ。なお、図中、 P_A は第1シリンダ室12の内部圧力、 P_B は第2シリンダ室13の内部圧力、 P_t は供給する圧縮空気の絶対圧力、 P_o は排気される空気の圧力である。

【0008】電磁弁3のコイル9に流れる制御電流（制御信号） i と電磁弁3の断面積 A との関係を、図5の実線で示す。このように、電磁弁3は、 $i=0$ の中立状態で空気の出入りをゼロにするので不感帯を持った特性であるが、断面積 A が小さいときは空気の粘性により流量が減るために電磁弁3の有効断面積は実測断面積に比べて小さくなり、破線で示す特性になる。

【0009】次に、ピストン1の位置決め動作について説明する。図4では、電磁弁3のスプール10が既に右方向に動いた状態を表している。この状態では、コンプレッサによって供給タンク14に蓄積された空気が、シリンダ2の第1シリンダ室12に流れ込み、第2シリンダ室13からは空気が流れ出て、大気中に放出される。これにより、各シリンダ室12、13の内部圧力は $P_A > P_B$ となり、ピストン1は図中右方向に移動する。

【0010】コイル9に流れる電流を逆方向にすると、図6(a)に示すようにスプール10が左に動き、空気は第2シリンダ室13に流れ込み、第1シリンダ室12の空気は電磁弁3を通して大気中に放出され、ピストン1は逆方向に移動する。コイル電流をゼロにすると、図6(b)に示すように電磁弁3は中立状態になり、各ポートが閉じられ、空気の流入、流出は止まり、その結果シリンダ2の内部圧力は $P_A = P_B$ となり、この平衡圧力位置でピストン1は停止する。

【0011】ここで、現在のシリンダ2のピストン1の位置が x で、目標とするピストン1の位置を x_0 とする。なお、 x 、 x_0 は、シリンダ2の一端を基準にして *

$$\frac{d^3 \Delta x}{dt^3} + K \cdot K_a \frac{d^2 \Delta x}{dt^2} + (K \cdot K_v + \Omega_n^2) \frac{d \Delta x}{dt} + K \cdot K_x \Delta x = K \cdot K_x \Delta x_0 \quad (1)$$

【0016】 K_a はピストン1の加速度に対するサーボ利得、 K_v はピストン1の速度に対するサーボ利得、 K_x はピストン1の位置に対するサーボ利得、 Δx_0 はピストン1の目標位置である。 Ω_n はシリンダ2を空気ばねに見立てたときの共振周波数、 K はシリンダ径や負荷質

*表している。電磁弁3のコイル9には距離 $(x_0 - x)$ に比例した電流を流してフィードバックをかける。この距離が長いほどシリンダ2に流入、流出する空気の量が多くなるので、ピストン1は目標位置 x_0 に向かって素早く移動する。目標位置 x_0 に接近してくると、距離が短くなり、コイル9の電流が次第に減り始め、シリンダ2に出入りする空気も次第に減ってきて、やがてピストン1が目標位置 x_0 に達するとコイル電流がゼロとなって、ピストン1は停止する。以上が、空気圧サーボ機構の基本的な動作原理である。

【0012】実際の空気圧サーボ機構では、 $(x_0 - x)$ に比例した電流を電磁弁3のコイル9に流すだけではサーボは不安定となるので、ピストン1の速度成分 (dx/dt) や加速度成分 (d^2x/dt^2) を検出して、電磁弁3に対する制御信号に重畳させている。

【0013】また、本願出願人による特願平9-315732号には、シリンダの位置決め方法に関する先行技術が開示されている。すなわち、現在位置から目標位置までの距離により最適速度を計算し、その速度を基に速度制御を行うことにより、目標位置手前までピストンを最適に移動し制動する。さらに、現在速度に基づいて力操作量を設定することにより、ピストンを停止する。

【0014】さて、シリンダ2を水平方向に取付け、ピストン1の移動が微量 Δx であり、電磁弁の応答速度がシリンダ2のピストン1の動きに比べて十分に速くて制御電流と電磁弁3の有効断面積とが直線関係にあり、機械系の摩擦力と空気の粘性抵抗が無視できる場合、空気圧サーボの運動は次の3階の微分方程式で表される。

【0015】

【数1】

$$\frac{d^3 \Delta x}{dt^3} + K \cdot K_a \frac{d^2 \Delta x}{dt^2} + (K \cdot K_v + \Omega_n^2) \frac{d \Delta x}{dt} + K \cdot K_x \Delta x = K \cdot K_x \Delta x_0 \quad (1)$$

量などによって決まる係数で、それぞれ次の式で表される。

【0017】

【数2】

$$\Omega_n = \sqrt{\frac{\gamma P_t}{M} \cdot \eta S \left[\frac{1}{x_0} + \frac{1}{L - x_0} \right]} \quad (2)$$

$$K = \frac{\gamma P_t \sqrt{RT_t}}{2M} \left\{ \sqrt{\frac{2\gamma}{\gamma-1} (1 - \eta^{1-1/\gamma})} + \sqrt{\gamma \left[\frac{2}{\gamma+1} \right]^{(\gamma+1)/(\gamma-1)}} \right\} \cdot \eta \left[\frac{1}{x_0} + \frac{1}{L - x_0} \right] \quad (3)$$

【0018】 γ ：比熱比（空気の場合は1.402）

R：気体定数（空気の場合は287.03 [J/kg・K]）

P_t ：圧縮空気の絶対圧力 [Pa]

T_t ：圧縮空気の絶対温度 [K]

S：シリンダ2の断面積 [m²]

M：負荷質量 [kg]

L：シリンダ2の有効長 [m]

x_0 ：ピストン1の目標位置 [m]

η ：平衡状態での各シリンダ室12, 13の圧力比（= $P_A/P_t = P_B/P_t$ ）

ピストン1の移動距離が小さい範囲では（1）式が成り立つが、移動距離が大きい場合でも目標位置 x_0 にピストン1が接近してくると（1）式に近づいてくる。 η はシリンダ2の内部圧力と供給圧の比であるが、シリンダ2の第1, 第2シリンダ室12, 13の断面積が等しく、水平にシリンダ2を取付けた場合は約0.8になる。例えば、供給圧力が相対圧力で5 [kg/cm²] で大気圧が1気圧の場合は、これを絶対圧力で表すと、 $P_t = 591300$ [Pa] であるから、平衡状態では $P_A = P_B = 47300$ [Pa] となり、相対圧力では約3.8 [kg/cm²] となる。

【0019】

【発明が解決しようとする課題】上記（2）、（3）式からピストンの位置が変わると Ω_n と K の値も変化することが判るが、従来の制御方式では、空気の圧縮性に起因するこの特性の変化を考慮に入れずに、ピストンの位置にかかわらず位置に対するサーボ利得 K_x を一定値にしていた。そのため、ピストンがシリンダの端にあるときと中央にあるときとは、ループ利得 $K \cdot K_x$ が変化し、システムの応答特性が異なるという欠点があった。特に、ピストンがシリンダの端に位置するとき、ループ利得が大きくなりすぎ、最悪の場合にはサーボ制御ができなくなることがあった。

【0020】また、上記先行技術においても、シリンダの位置を考慮に入れた制御が行われておらず、ピストンがシリンダの端にあるときにはうまく制御が行われな

【0021】本発明は、上記に鑑み、シリンダのピストンの位置にかかわらず安定したサーボ制御を行うことができる空気圧サーボ機構の提供を目的とする。

【0022】

【課題を解決するための手段】本発明による課題解決手段は、空気の圧縮性のためにシリンダのピストンの位置によってサーボ特性（ループ利得や固有周波数）が変化して、自動制御しにくくなるので、サーボ利得をピストンの位置に応じて変化させることにより、シリンダの全域にわたって安定したサーボ制御を行うものである。したがって、サーボ利得に対してピストンの位置の影響を受けにくくするには、ピストンがシリンダの中央にあるときにはサーボ利得を上げるようにし、ピストンがシリンダの中央から離れるほどサーボ利得を下げるようにする。

【0023】そこで、ピストンの位置によって変化するサーボ特性を一定にするためには、ピストンの位置に応じてサーボ利得を変化させる可変手段を設ける。この可変手段により、ピストンがシリンダの中央にあるときのサーボ利得に対して、ピストンがシリンダの端に近づくほどサーボ利得を小さくする。これにより、ピストンがシリンダの端にあっても適切なサーボ制御を行うことができ、確実にシリンダを目標位置に停止させることができる。

【0024】具体的には、サーボ利得を調整するための可変手段として増幅器を制御回路と電磁弁との間に設け、増幅器の利得は、ピストンがシリンダの中央から端に近づくほど連続的に減少するものとする。

【0025】そして、あらかじめピストンがシリンダの中央にあるときの位置サーボ利得、速度サーボ利得および加速度サーボ利得を決めておき、ピストンを停止させる目標位置に対する増幅器の利得を求め、各サーボ利得に基づいてピストンの現在位置における位置信号、速度信号および加速度信号を求めて各信号を加算し、この加算信号に増幅器の利得を掛け算することにより制御信号を作り出し、この制御信号を電磁弁に出力して、電磁弁を駆動することにより、目標位置がどこに設定されていてもピストンをその目標位置に確実に停止させることが

できる。

【0026】

【発明の実施の形態】本発明の実施形態の空気圧サーボ機構を図1に示す。基本的な構成は、従来の技術に示したものと同じであるが、本実施形態では、サーボ利得をピストン1の位置により変化させ、シリンダ2の全域にわたって安定したサーボ制御を行うために、ピストン1の位置に応じてサーボ利得を変化させる可変手段として、可変増幅器20を制御回路5と電磁弁3との間に設けている。

【0027】制御回路5は、マイクロコンピュータ、メモリ等から構成され、位置センサ4により検出されたピストン1の位置から位置信号を算出する位置増幅器21と、位置を時刻で微分して速度信号を算出するための速度増幅器22と、位置を時刻で2次微分して加速度信号を算出するための加速度増幅器23と、2つの微分回路24a、24bと、位置信号、速度信号および加速度信号を加算して可変増幅器20に出力する加算器25とを有している。

【0028】可変増幅器20は、制御回路5から出力される電磁弁3への制御信号をピストン1の位置に応じて増幅するもので、この増幅器20の利得は、ピストン1がシリンダ2の中央から端に近づくほど連続的に減少する特性を有している。

【0029】すなわち、(2)、(3)式の Ω_n とKにおいて、ピストン1の目標位置 x_0 の影響を受けるのは、

$$1/x_0 + 1/(L - x_0)$$

$$G = \frac{2X_0}{L} \cdot \left(2 - \frac{2X_0}{L} \right) \quad (4) \quad *$$

【0035】となり、 x_0 とGの関係は図2に示すように放物線となる。なお、上述したように、実際のシリンダ2では、ピストン1が両端のうちいずれかの端にあるときには配管部分に空気が残るので、本発明を実施する場合には増幅器20の利得Gを完全にゼロにする必要はない。

【0036】次に、ピストン1の位置決め方法を図3のフローチャートに基づいて説明する。一般に、生産工程の自動化設備では、負荷を予め決められた複数の位置へ時間とともに移動させて行く制御を行うことが多いので、ここではそのような場合について説明する。

【0037】まず、空気圧サーボによる位置に対するサ

$$K_v = \frac{2 \cdot K \cdot K_x^2}{\Omega_n^4} \quad (6)$$

$$K_a = \frac{3 \cdot K_x}{\Omega_n^2} \quad (7)$$

*の部分であるから、この部分を打ち消すことによってピストン1の目標位置 x_0 の相違による影響を減らすことができる。

【0030】上式はピストン1の目標位置 x_0 がシリンダ2の中央、すなわち $x_0 = L/2$ のときに最小となり、 x_0 が0またはLに近づくほど大きくなり、シリンダ2の両端で極大になる。実際のシリンダ2では、ピストン1が両端のいずれかにあるときでも配管部分には空気が残るので、(4)式の値は有限値となる。

10 【0031】したがって、空気圧サーボのループ利得 $K \cdot K_x$ に対してピストン1の目標位置 x_0 の影響を受けにくくするには、ピストン1がシリンダ2の中央にあるときにはループ利得を上げるようにし、ピストン1がシリンダ2中央から離れるほどループ利得を下げるようにすればよい。

【0032】そこで、空気圧サーボ機構におけるサーボ利得を上記のようにするために利得が可変可能な増幅器20が必要となる。増幅器20は概ね上式の逆特性となればよいので、ピストン1がシリンダ2の中央にあるときに利得(増幅率) $G=1$ で、ピストン1がシリンダ2の中央から離れるに従ってGが1から次第に下がるものでよい。

【0033】具体的には、上式の逆関数を求め、 $x_0 = L/2$ のときに値が1になるように係数に操作を加えると、

【0034】

【数3】

ーボ利得 K_x を予め決めておく。 K_x はピストン1がシリンダ2の中央にあるときの値とする。この K_x は大きいほど空気圧サーボの応答が速くなるが、あまり大きくすると電磁弁3の応答速度の影響を受けるため制限があり、実験的に求めることが多い。

【0038】次に、速度と加速度に対するサーボ利得 K_v 、 K_a を次のように求める。

40 【0039】 K_x が小さい、すなわち $K \cdot K_x < \Omega_n^3$ のとき、

【0040】

【数4】

【0041】 K_x が大きい、すなわち $K \cdot K_x \geq \Omega_n^3$ のとき、 * 【0042】

$$K_v = \frac{3 \sqrt[3]{(K \cdot K_x)^2 - \Omega_n^2}}{K} \quad (8)$$

$$K_a = \frac{3 \sqrt[3]{K \cdot K_x}}{K} \quad (9)$$

【0043】 (6) ~ (9) 式は (1) 式と同様に空気
の粘性抵抗が無視できる場合に成立するので、実際に本
発明を実施するときには、 K_v は (7) 式または (9)
式で計算された値から粘性抵抗分を差し引いたものを
用いる。

【0044】 そして、ピストン 1 を停止させたい新しい
目標位置 x_0 を入力する。この目標位置 x_0 に対する可変
増幅器 20 の利得 (増幅率) G を (5) 式に基づいて計
算して、半導体メモリ等に記憶させる。ここで、目標位
置 x_0 がシリンダ 2 の中央に設定されていると、増幅器
20 の利得 G 、すなわち空気圧サーボのサーボ利得は最大
となり、目標位置がシリンダ 2 の一端あるいは他端に
近くなるにつれて次第に小さくなる。

【0045】 位置センサ 4 によってピストン 1 の現在位
置 x が検出されるので、この情報に基づいて位置増幅器
21 によって位置信号として $K_x \cdot (x_0 - x)$ を計算す
る。さらに、速度増幅器 22 によって速度信号として $K_v \cdot dx/dt$ 、加速度増幅器 23 によって加速度信号
として $K_a \cdot d^2x/dt^2$ も計算する。このとき、速度
信号は微分回路 24 a による位置 x を時刻 t で微分した
もの、加速度信号は微分回路 24 a, 24 b による位置
 x を時刻 t で 2 次微分したもので表現しているが、ディ
ジタル制御の場合、速度信号には、サンプリング時刻に
対して位置 x の差分、加速度信号には、サンプリング時
刻に対して位置 x の 2 次差分を計算して用いることは言
うまでもない。

【0046】 上記の計算された各信号を加算器 25 によ
って加算して、加算信号 i を算出する。この加算信号 i
に増幅器 20 の利得 G を掛けて、制御電流 (制御信号)
 i' を決める。そして、この制御電流 i' を電磁弁 3 の
コイル 9 に流して、フィードバックをかける。

【0047】 ピストン 1 は目標位置 x_0 に向かって移動
していき、目標位置 x_0 に到達したとき、停止信号が発
せられて電磁弁 3 への制御電流はゼロとなって、電磁弁
3 は中立状態となる。しかし、ピストン 1 はすぐには停
止しないので、目標位置 x_0 を行き過ぎる。

【0048】 そこで、再びピストン 1 の現在位置 x に基
づいて位置信号、速度信号および加速度信号を計算し
て、これらを加算した加算信号に利得 G を掛けて制御電
流 i' を決める。このような制御をピストン 1 が目標位
置 x_0 に停止するまで繰り返し続けられる。なお、ピス

トン 1 の停止位置は目標位置 x_0 に一致させなくてもよ
く、許容範囲内に停止すればよい。その後、新しい目標
位置 x_0 が設定されると、再び上記の自動制御が行われ
る。

【0049】 ところで、シリンダ 2 を水平ではなく垂直
に取付けたり、斜め方向に取付けた場合は、空気圧サー
ボの運動の微分方程式は (1) 式に重力にかかわる項を
加えたものになる。増幅器 20 の利得は (5) 式のような
簡単な放物線関数にはならないが、ピストン 1 がシリ
ンダ 2 の中央付近にあるときの利得を最大値の 1 とし、
ピストン 1 がシリンダ 2 の端に近づくほど小さくなるよ
うに利得を決めればよい。

【0050】 なお、本発明は、上記実施形態に限定され
るものではなく、本発明の範囲内で上記実施形態に多く
の修正および変更を加え得ることは勿論である。上記実
施形態では、可変増幅器の利得は、ピストンがシリンダ
の中央から端に近づくほど連続的に減少するように変化
させているが、断続的に減少するように変化させてもよ
い。

【0051】 また、シリンダを駆動する流体として、空
気以外に油圧、その他の気体、液体を利用して、流体圧
サーボ機構を構成してもよい。さらに、電磁弁の代わり
に、パイロット方式、機械方式、電磁方式と他の方式を
組み合わせた方式により流量、流れ方向を切換える切換
弁を使用してもよい。この場合、可変手段としては、パ
イロット弁等が使用される。

【0052】

【発明の効果】 以上の説明から明らかな通り、本発明に
よると、ピストンの位置に応じてサーボ利得が変化して
も、ピストンがシリンダの中央にあるときにはサーボ利
得を上げるようにし、ピストンがシリンダの中央から離
れるほどサーボ利得を下げるようにすることにより、ピ
ストンに位置にかかわりなくサーボ利得をほぼ一定にす
ることができる。したがって、シリンダの全域にわたっ
て安定したサーボ制御を行うことができ、ピストンを確
実に目標位置に停止することができる。

【0053】 これにより、流体圧サーボを用いた位置決
めシステムを作り上げることができ、自動化設備に使用
すれば生産効率の向上を図ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明の実施形態の空気サーボ機構の構成図

【図2】ピストンの位置とサーボ利得との関係を示す図

【図3】ピストンの位置決め制御のフローチャート

【図4】従来の空気サーボ機構の構成図

【図5】電磁弁の一般的な入出力特性を示す図

【図6】(a) 作動状態の電磁弁を示す図、(b) 中立

状態の電磁弁を示す図

【符号の説明】

1 ピストン

2 シリンダ

3 電磁弁

4 位置センサ

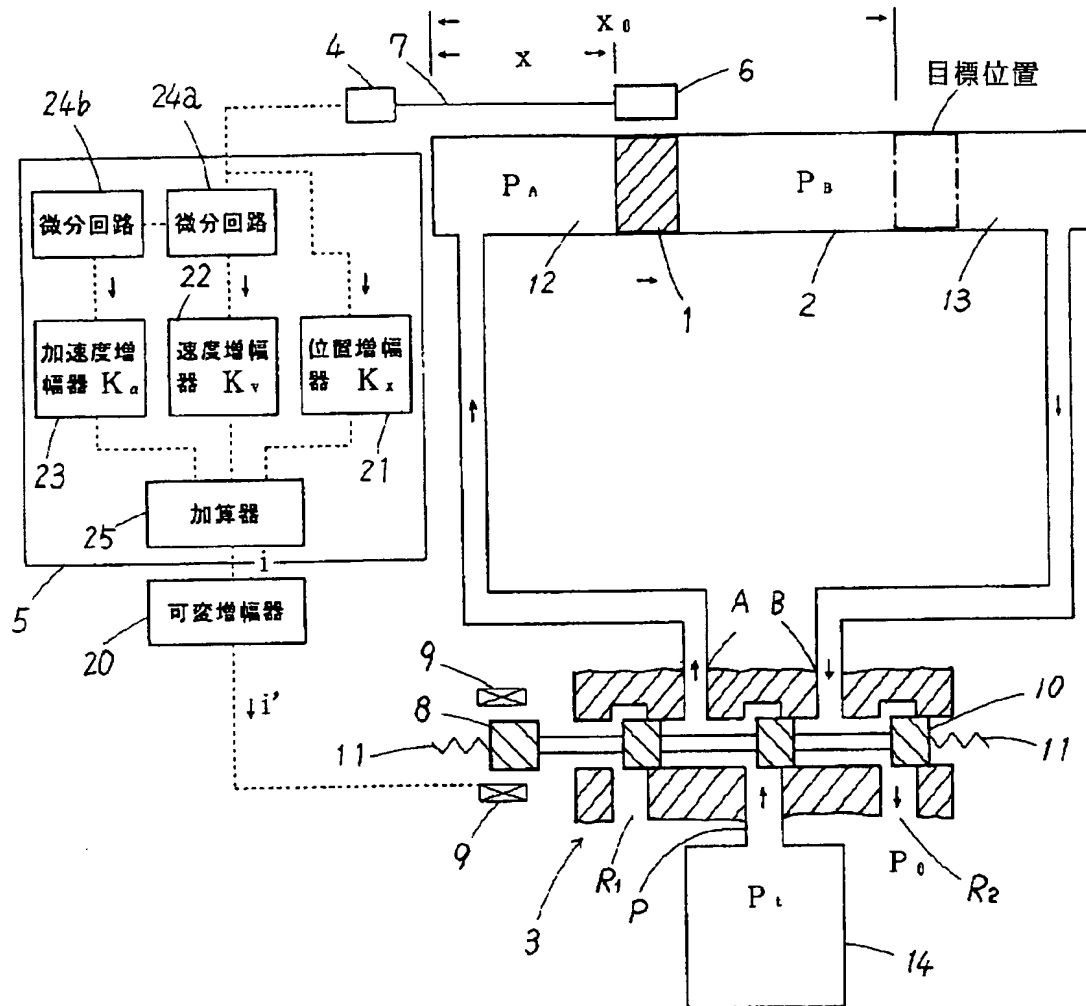
5 制御回路

20 可変増幅器

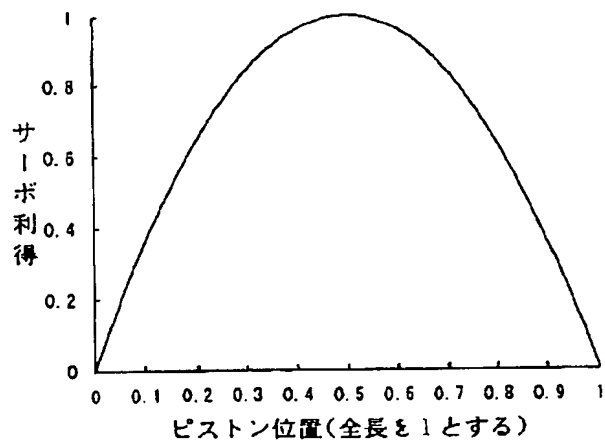
x ピストンの現在位置

x0 ピストンの目標位置

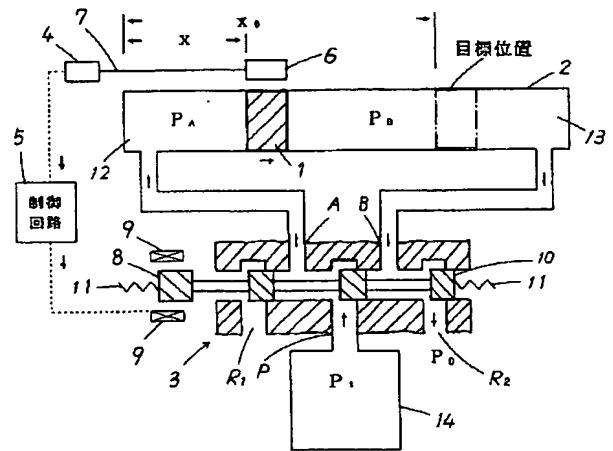
【図1】



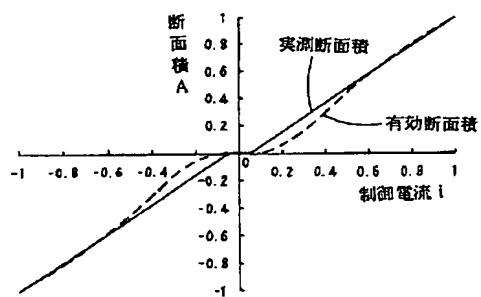
【図2】



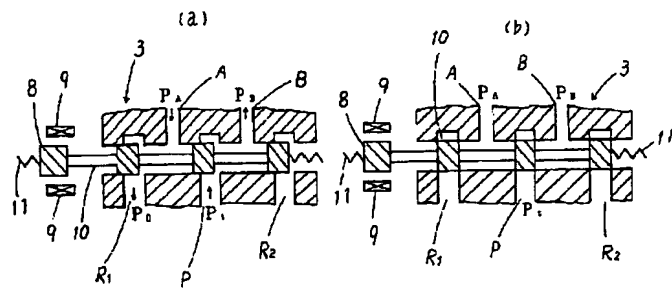
【図4】



【図5】



【図6】



【図3】

